

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-033330

(43)Date of publication of application : 07.02.1997

(51)Int.Cl.

G01H 3/00

G01H 17/00

G10L 7/00

G10L 7/08

(21)Application number : 07-180283

(71)Applicant : NIPPON TELEGR &amp; TELEPH CORP &lt;NTT&gt;

(22)Date of filing : 17.07.1995

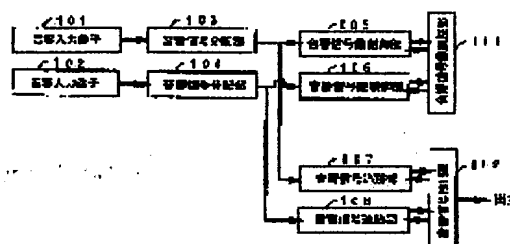
(72)Inventor : NAKATANI TOMOHIRO  
OKUNO HIROSHI

## (54) ACOUSTIC SIGNAL SEPARATION METHOD AND DEVICE FOR EXECUTING THE METHOD

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To detect the spatial position of a sound source so as to improve the acoustic signal tracking performance by tracking the sound source and simultaneously extract a sound signal when a sound signal from a new sound source is detected in any of plural input signals.

**SOLUTION:** When either of number of sound signals control portions 105, 106 detects the existence of a sound from the strengths of respective signals of several frequencies among input signals, an acoustic signal number adjustment portion 111 produces sound signal tracking portions 107, 108 tracking a signal sound portion having a fundamental frequency in the vicinity of a frequency whose total sum E of the strengths of a signal group becomes maximum. Thereafter, the tracking portions 107, 108 track the fundamental frequency with the frequency which makes the total sum E, which is extracted 112 using the strength of the acoustic signal under tracking, the maximum, and a sinusoidal wave made of the cycle, the strength and double phase of a signal sound component against the obtained fundamental frequency is added so as to synthesize a sound signal, which is output from an acoustic signal extract portion 112 as a binaural signal of two channels, and simultaneously the existence direction of the sound source is determined from the strength and the phase of a double sound component.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2000 Japan Patent Office

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

【図5】

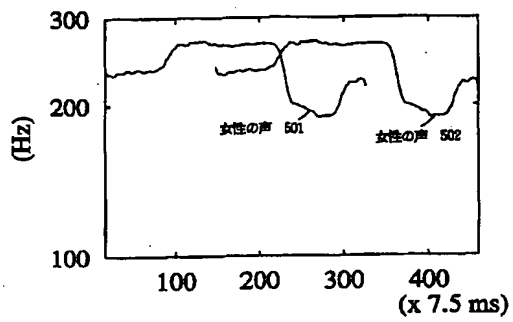


図 5

【図6】

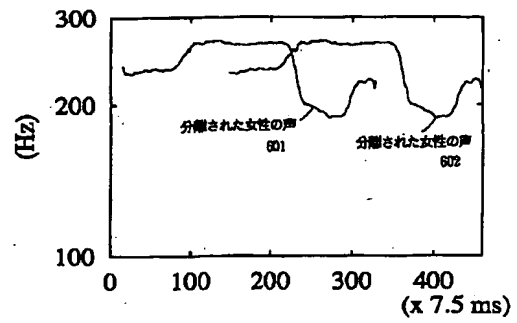


図 6

【図7】

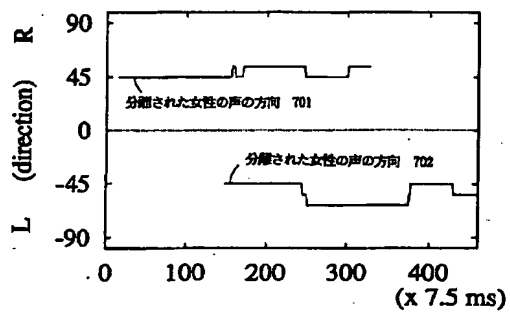


図 7

【図2】

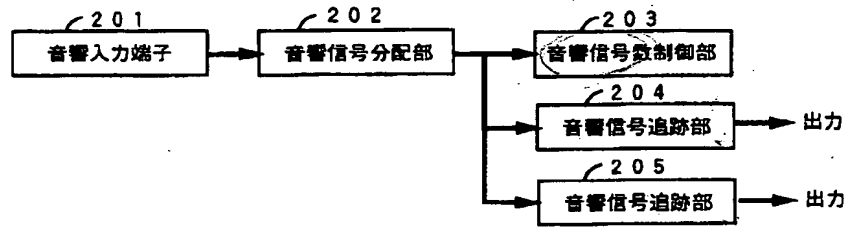


図 2

【図3】

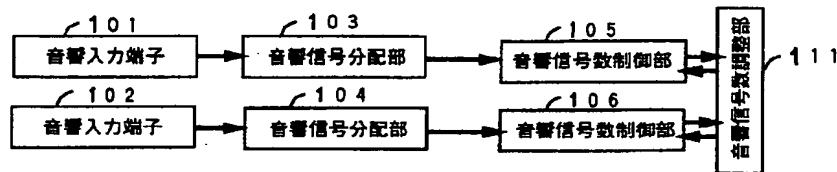


図 3

【図4】

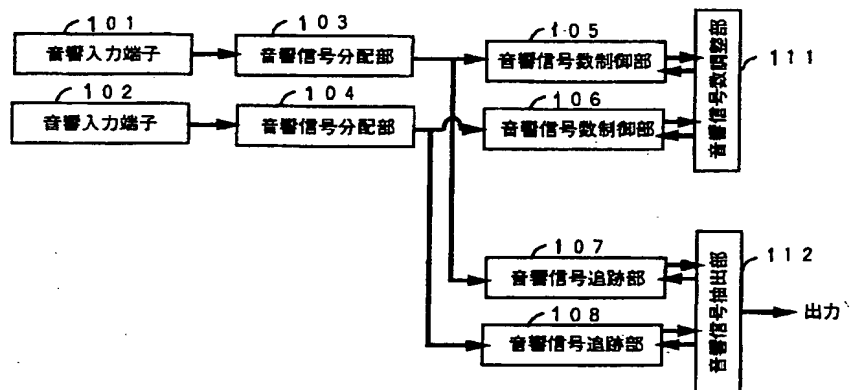


図 4

値より小さくなることを条件として音の特徴の追跡に失敗したものと判断する。この時、対応する音響信号追跡部107或は108と音響信号抽出部112は自動的に消滅する。

【0017】

【発明の効果】ここで、複数の音源から生成された混合音を分離する場合について、この発明の効果を実証する。音響入力として、ダミーヘッドの正面から見て左右45度の位置に置いた二つのスピーカから、一つの女性の声“あいうえお”を時間をずらして順に発生させることにより生ずる混合音をバイノーラル録音し、12kHzで標準化し、16bitでAD変換、30msのハミング窓をかけたものを使用する。フレーム周期は7.5msである。

【0018】図5は、入力として与えた二つの女性の声の基本周波数の時間的変化501および502を示す図である。図6は、この発明により分離した二つの女性の声の基本周波数の時間的変化601および602を示す図である。図7は、分離した二つの女性の声の方向の時間的変化701および702を示す図である。これらの図において、横軸は時間(×7.5ms)を表わす。縦軸について、図5および図6は周波数(Hz)を表わし、図7は方向を表わす。

【0019】以上の通り、複数の入力端子から音響信号が入力される場合に各入力で個別に分離された音の関係

を抽出することができるので、各音源の空間的位置についての情報を取り出すことができる。そして、音源の空間的位置についての情報は、混合音中でその音源に由来する音響信号を追跡する性能を向上させる補助情報となるが、この情報を獲得して利用することにより音響信号を追跡する性能を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】音響分離装置の一実施例を説明するブロック図。

10 【図2】音響分離装置の従来例を説明するブロック図。

【図3】音響分離装置の一実施例を説明するブロック図。

【図4】音響分離装置の一実施例を説明するブロック図。

【図5】二つの入力音声の基本周波数を示す図。

【図6】分離した二つの音声の方向を示す図。

【図7】分離した二つの音声の基本周波数を示す図。

【符号の説明】

101、102	音響入力端子
103、104	音響信号分配部
105、106	音響信号数制御部
107、108	音響信号追跡部
111	音響信号数調整部
112	音響信号抽出部

【図1】

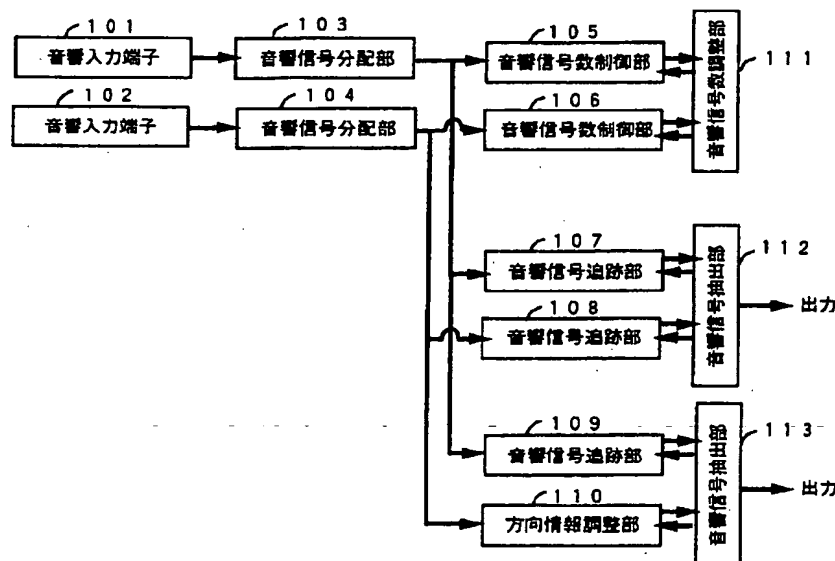


図1

の無音状態において、一つの音が新規に音響入力端子101および102に入力されたものとする、音響信号分配部103および104はそれぞれ入力をそのまま音響信号数制御部105および106に出力する。音響信号数制御部105および106は、入力信号中において、幾つかの周波数について、 $\omega$ を基本周波数とする各\*

$$A_{i,ch} = \|\sum_t x_{ch}(t) \cdot \exp(-j(i\omega)t)\| \quad (1)$$

$$I_{ch} = \sum_{i=1}^n A_{i,ch}^2 \quad (2)$$

$$E = \sum_{ch=1}^2 I_{ch} \quad (3)$$

ここで、 $t$  : 時刻

$i$  : 第 $i$ 番目の倍音成分

$x_{ch}(t)$  : 時刻 $t$ における $ch$ 番目の入力端子の音響入力

$\omega$  : 基本周波数である。

【0011】求められた倍音の強さ $A_{i,ch}$ の内の或る閾値を超えているものがある場合、音響信号数制御部105および106は音の存在を検知する。音響信号数制御部105および106の何れかが音の存在を検知した時、音響信号数調整部111は、倍音群の強さの総計 $E$ の最大を与える周波数 $\omega$ を求め、求められた周波数近傍に基本周波数を有する倍音群を追跡する音響信号追跡部107および108を、各音響信号数制御部105および\*

$$\phi_{i,ch} = \arg(\sum_t x_{ch}(t) \cdot \exp(-j(i\omega)t)) \quad (4)$$

音響信号追跡部107および108は合成した音響信号および $A_{i,ch}$ 、 $\phi_{i,ch}$ の値を音響信号抽出部112に渡す。音響信号抽出部112は、音響信号追跡部107および108から受けとった音響信号を、2チャンネルのバイノーラル音響信号として出力する。これと同時に音響信号抽出部112は、音響信号追跡部107および108から受けとった $A_{i,ch}$ 、 $\phi_{i,ch}$ の値より、音響信号の由来する音源のダミーヘッドから見た存在方向を決定する。一般に、単一音源が存在する時に、バイノーラル録音された2チャンネルの音響信号から音源の方向を決定するには、二つの音響信号の位相差および強度差を利用する方法が知られている。混合音から音響信号追跡部107および108が取り出した各音響信号の強度および位相は、近似的に単一音源の位相および強度とみなせるので、音響信号抽出部112は次の位相差 $\omega_i$ 、強度差 $I_{t,k}$ の値を用いて音源方向を決定する。

$$\Delta\omega_i = \phi_{i,1} - \phi_{i,2}$$

$$\Delta I_i = A_{i,1} - A_{i,2}$$

このために、音響信号抽出部112は、これらの値をもとに方向ヒストグラムを作成する。方向ヒストグラムは、配列変数であって、配列の各要素は特定の方向の候補 $D$ を表わす。先ず、音響信号抽出部112は、各倍音について、すべての方向候補 $D$ に関して、次の二つの条件式が満足されるか否かを調べる。

$$[0014]$$

$$(D - \theta_1) \cdot \omega \leq \Delta\omega_i + 2n\pi \leq (D + \theta_1) \cdot \omega$$

\*倍音の強さ $A_{i,ch}$ を(1)式に基づいて求め、次に、倍音群の強さ $I_{ch}$ を(2)式に基づいて求める。そして、音響信号数調整部111は、その倍音群の強さの総計 $E$ を(3)式に基づいて求める。

【0010】

10※び106により、図4に示される如くそれぞれ1個ずつ生成し、同時に音響信号抽出部112を生成する。以降、各入力信号に対して、音響信号追跡部107および108は、(2)式により追跡している音響信号の各入力信号中での強さを求める。求められた音響信号の各入力信号中の強さ $I_{ch}$ を使用して、音響信号抽出部112は(3)式を極大にする周波数 $\omega$ を求めることにより基本周波数を追跡する。音響信号追跡部107および108は、求められた基本周波数に対して倍音成分の周期と強さ $A_{i,ch}$ と位相 $\phi_{i,ch}$ を式(1)、式(4)より求め、次に、 $A_{i,ch}$ 、 $\phi_{i,ch}$ より作られる正弦波をすべての倍音について加算することにより音響信号を合成する。

【0012】

$$\Delta I_{t,k} > 0, \quad \text{if } D > 2\theta_1$$

$$\Delta I_{t,k} < 0, \quad \text{if } D < 2\theta_1$$

$$\theta_2 > \Delta I_{t,k} > -\theta_2, \quad \text{otherwise}$$

$$\text{ここで、}\omega\text{ : 倍音の周波数 } \theta_1 = 0.08 \text{ ms}, \theta_2 = 0.$$

$$4 \text{ である。}$$

【0015】或る方向候補 $D$ に関して、上の条件が満たされた時、 $D$ に相当する配列の要素に、この倍音の $A_{i,ch}$ の値を加算する。これを、すべての倍音について加算した結果、最大値をとる配列要素に相当する方向候補 $D$ を、音源の方向とする。一旦、音源の方向が求まると、以後、音響信号抽出部112は、音響信号追跡部107および108に、音源と同一の方向から来る音響成分だけをもとに、音響信号を追跡させる。このために、音響信号抽出部112は、基本周波数追跡時に、同時に、各倍音の方向候補 $D$ を求め、音響信号追跡部107および108に音源方向と $D$ の方向が一致する倍音だけを用いて(1)式の加算式を計算させる様にする。この方法により、音響信号抽出部112は、音源と同一方向から来る倍音だけを用いて基本周波数を追跡する様になるので、より正確な基本周波数の値を得ることができる様になる。

【0016】各チャンネル毎に、音響信号分配部103および104が音響信号を分配する機構については、参考文献[中谷93]の方法を利用するものとする。一つの音が入力信号中からなくなった時、対応する音響的信号追跡部107および108は、(3)式の値が或る閾



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の入力信号の何れかに新規の音源に由来する音響信号が生成したことを検知した時、この新規の音源を追跡すると共にこの音源に由来する音響信号を抽出し、追跡している音源の音が混合音中から消滅した時、追跡および抽出を終止することを特徴とする音響分離方法。

【請求項2】 請求項1に記載される音響分離方法において、

複数の入力信号の何れかに新規の音源に由来する音響信号が生成したことを検知した時、この音を追跡する音響信号追跡部を生成すると共に音響信号抽出部を生成し、追跡中の音が混合音中から消滅した時、この音に対応する音響信号追跡部および音響信号抽出部を消滅せしめることを特徴とする音響分離方法。

【請求項3】 音響信号を入力する複数の音響入力端子を具備し、

音響入力端子の音響入力信号を分配する音響信号分配部を各音響入力端子毎に具備し、

音響入力信号中の特定の音響信号を追跡する音響信号追跡部を生成する音響信号数制御部を音響入力端子毎に具備し、

各音響信号数制御部をして同時に音響信号追跡部を生成せしめると共に、異なる音響入力信号中で同時に追跡されている同一音源に由来する音響信号を統合してこれを抽出する音響信号抽出部を生成せしめる音響信号数調整部を具備する、

ことを特徴とする音響分離装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、音響信号分離方法およびこの方法を実施する装置に関し、特に、複数の音が任意に生成消滅する混合音が、空間的に異なる位置におかれたマイクロフォンから入力される時に、その中に含まれている個別の音響信号を適応的に抽出すると同時に、その音源の空間的位置を特定する音響分離装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】音響分離装置の従来例を図2を参照して説明する。音響信号を入力する音響入力端子201を具備し、音響信号を分配する音響信号分配部202を具備し、特定の音響信号を追跡する音響信号追跡部204および205を具備し、音響信号追跡部を生成する音響信号数制御部203を具備する。入力される音響中に新規に音が生成したことを音響信号数制御部203が検知した時、この音に対応する音響信号追跡部204、205を生成し、或る音が混合音中から消滅した時、この音に対応する音響信号追跡部を消滅せしめることにより音響分離方法を構成する。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】上述された音響分離装置の従来例は、一つの入力端子に対して動作する様に設定されたものであり、複数の入力端子から音響信号が入力される場合に、各入力で個別に分離された音の関係を抽出することはできなかった。従って、従来例では、各音源の空間的位置についての情報を取り出すことはできなかった。また、音源の空間的位置についての情報は、混合音中でその音源に由来する音響信号を追跡する性能を向上させる補助情報になるが、従来例は、これを利用することはできなかった。

【0004】この発明は、上述の通りの問題を解消した音響信号分離方法およびこの方法を実施する装置を提供するものである。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】複数の入力信号の何れかに新規の音源に由来する音響信号が生成したことを検知した時、この新規の音源を追跡すると共にこの音源に由来する音響信号を抽出し、追跡している音源の音が混合音中から消滅した時、追跡および抽出を終止する音響分離方法を構成した。

【0006】そして、上述の音響分離方法において、複数の入力信号の何れかに新規の音源に由来する音響信号が生成したことを検知した時、この音を追跡する音響信号追跡部を生成すると共に音響信号抽出部を生成し、追跡中の音が混合音中から消滅した時、この音に対応する音響信号追跡部および音響信号抽出部を消滅せしめる音響分離方法を構成した。

【0007】また、音響信号を入力する複数の音響入力端子101、102を具備し、音響入力端子101、102の音響入力信号を分配する音響信号分配部103、104を各音響入力端子毎に具備し、音響入力信号中の特定の音響信号を追跡する音響信号追跡部107、108を生成する音響信号数制御部105、106を音響入力端子毎に具備し、各音響信号数制御部105、106をして同時に音響信号追跡部107、108を生成せしめると共に、異なる音響入力信号中で同時に追跡されている同一音源に由来する音響信号を統合してこれを抽出する音響信号抽出部112を生成せしめる音響信号数調整部111を具備する音響分離装置を構成した。

## 【0008】

【発明の実施の形態】この発明の実施の形態を図1、図3および図4を参照して説明する。整次倍音構造を有する音を生成する複数の音源が存在する環境において、ダミーヘッドによりバイノーラル録音された混合音を個別の音に分離する場合について説明する。ここで、整次倍音構造を有する音とは一つの音が基本周波数成分の音とその周波数の整数倍の周波数の成分の音とにより構成されている音をいう。入力端子数は2個である。

【0009】図3は電子計算機により構成されるこの発明の音響分離装置が無音の状態にあるところを示す。こ

特開平9-33330

(43)公開日 平成9年(1997)2月7日

(51)Int.Cl. <sup>9</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 H 3/00			G 0 1 H 3/00	Z
17/00			17/00	Z
G 1 0 L 7/00			G 1 0 L 7/00	A
7/08			7/08	C

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平7-180283

(22)出願日 平成7年(1995)7月17日

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号

(72)発明者 中谷 智広

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(72)発明者 奥乃 博

東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日

本電信電話株式会社内

(74)代理人 弁理士 草野 卓

(54)【発明の名称】 音響信号分離方法およびこの方法を実施する装置

(57)【要約】

【課題】 音源の空間的位置についての情報を取り出して利用することにより音響信号を追跡する性能を向上させる音響信号分離方法およびこの方法を実施する装置を提供する。

【解決手段】 複数の入力信号の何れかに新規の音源に由来する音響信号が生成したことを検知した時、この新規の音源を追跡すると共にこの音源に由来する音響信号を抽出し、追跡している音源の音が混合音中から消滅した時追跡および抽出を終止する音響信号分離方法およびこの方法を実施する装置。